不同照度下树鼩、懒猴和恒河猴的视觉辨别能力

蔡景霞　田云芬
（中国科学院昆明动物研究所）
匡培梓　张武田
（中国科学院心理研究所）
孙公铎　李绪明　罗宗英*　曾万玲**
（贵阳医学院生理学教研室）

摘　要

本文主要报道昼行性灵长类动物（树鼩和恒河猴）与夜行性灵长类动物（懒猴）在不同照度下的视觉辨别能力。实验采用"辨别——逃避行为实验箱"和"威斯康辛实验装置"分别测试树鼩、懒猴和恒河猴的视觉辨别能力。实验结果表明树鼩仅具昼光觉，需在不低于1.0Lux的环境中才能准确分辨大圆洞和小圆洞。当环境照度为0.2Lux时，树鼩的视力几乎丧失；懒猴主要司暗光觉，对形状辨别的最适照度范围为50Lux以下。若在强照度下，动物则因畏光而停止活动；恒河猴既具备暗光觉也具备昼光觉，无论在亮照度或暗照度下它们均能准确辨别三角体与正方体模型。

前　言

据Ordy等（1968）报道，在100Lux的照明条件下，某些昼行性灵长类动物如松鼠猴、狨和树鼩的视敏度阈值在0.5到1.5弧分内，夜行性灵长类动物如婴猴和南美夜猴的视敏度阈值在3.5到8.0弧分内；猩猩和猕猴等较高等的昼行性灵长类动物的视敏度阈值在0.2到1.95弧分内。说明在亮照度下，夜间活动的灵长类动物的视力较白天活动的灵

本文曾在中国心理学会第二届生理心理学学术会议上报告（1982.10. 厦门）。
* 泸州医学院生理教研室进修教师。
** 贵阳中医学院生理学教研室进修教师。
本文1984年3月19日收到。

长类动物低下。而关于在暗照度下昼行性和夜行性灵长类动物的视力的比较研究迄今未见报道。可以设想，在不同照度下昼行性和夜行性灵长类动物的视觉辨别能力不同。了解其规律，对认识它们的视觉特点和行为活动特点有重要意义，并可为进一步研究这类动物的脑与行为提供基础资料。

材 料 和 方 法

实验动物为树鼩（*Tupaia belangeri chinensis*）10只，懒猴（*Nycticebus coucang*）4只和恒河猴（*Macaca mulatta*）4只。雌雄兼用。所有实验动物均系在人工条件下饲养半年以上的成年个体。

树鼩的视觉辨别能力系采用我们自行设计的辨别——逃避反应实验装置（图一）进行测试。此装置类似Ordy等（1968)设计的树鼩行为实验箱。装置的中部是一个长65cm的直跑道，一个起始箱和2—3个终点选择箱分别位于跑道两端。在终点选择箱前放置要求树鼩辨认的图形卡片，各图形卡片的位置排列是随机的。本实验要求树鼩辨认大圆洞和小圆洞，大圆洞的直径是4.5cm，其大小正适合树鼩进出。小圆洞的直径为2cm，小于树鼩的头。我们设计了“二择一”和“三择一”两种辨别实验测试照度与视力的关系。“二择一”是从一大圆洞与一小圆洞中辨认出大圆洞；“三择一”是从二小圆洞和一大圆洞中辨认出大圆洞。大、小圆洞前的照度被人工调整为40Lux，1.0Lux，0.5Lux和0.2Lux等四种。每天分别在上下午进行两单元的实验，每单元实验包括10次测试。辨别选择的正确标准是树鼩不碰有小圆洞的档板而直接进入大圆洞被认为反应正确。在“二择一”实验中，动物在10次测试中的正确反应率达70%以上并连续5次测试出现正确反应者被认为达到合格标准；在“三择一”辨别实验中，动物在10次测试中的正确反应率达70%以上并连续3次测试出现正确反应者被视为达到合格标准。实验开始时，动物位于起始箱内。当起始箱内的照度被调成较选择箱明亮时，动物稍被驱赶即从起始箱跑向选择箱，经过辨认后进入大圆洞，动物便完成一次测试。然后调换选择箱内和起始箱内的照度，动物便可返回起始箱。经几次测试训练后，即使起始箱和选择箱内的照度不予变换，动物也可在二箱之间往返执行其任务。

懒猴和恒河猴的视觉辨别能力采用“威斯康辛实验装置”测试（Harlow，1949）。在测试各照度下动物的视觉辨别力之前，在自然光照下先建立动物对一组刺激模型的辨别反应。首先用圆柱体进行适应性训练，让动物学会翻开模型取食，然后给动物呈现一对刺激模型——三角体和正方体进行辨别学习训练。动物翻开三角体后可取得一小块食物，翻开正方体则得不到任何奖赏（图二）。

刺激模型的排列位置按随机序列表。实验手续和位置校正按常规。懒猴实验在晚上9:00—10:00进行，每晚完成一单元实验；恒河猴实验在白昼进行，每天上下午各完成一单元实验。每单元实验包括30次测试。当动物在一个单元实验中的阳性反应率达90%以上时被视为达到合格标准，在连续三次达到合格标准后便在不同照度下测试动物辨别三角体与正方体的正确反应率，在同一照度下连续测试三单元，取其平均值与自然光照下的正确反应率进行比较。懒猴的测试照度为0、0.2、10、50、100、150和200Lux

等；恒河猴的测试照度是0、0.2、0.5、1和1000Lux等。

实验环境的照度用CZ—3型照度计测量。所有被试动物在开始正式实验前需在被测照度下适应15分钟。

实验结果

一、树鼩辨别大小的能力：树鼩未经任何适应性训练就开始“三择一”辨别实验，在第一单元测试中就有十分之九的动物连续三次测试反应正确，且10只动物的正确反应率均值达73%。表明树鼩在生活中早已习得辨别大小的能力并习惯于钻洞。

二、照度对树鼩大小辨别能力的影响：从表一可见，随着照度的下降，树鼩无论在“三择一”或“二择一”大小辨别实验中其正确反应率下降，连续3—5次正确反应的动物数减少。

表1　　照度对树鼩大小辨别的影响

照度	三择一		二择一	
	正确反应率（%）$\bar{x}\pm\delta$	连续三次正确反应的动物数	正确反应率（%）$\bar{x}\pm\delta$	连续五次正确反应的动物数
40.00 Lux	73±0.95	9		
1.00 Lux			82±1.03	9
0.50 Lux	56±1.34	5	77±1.34	6
0.20 Lux	42±1.55	1	55±0.98	0

在“三择一”中，40Lux下的正确反应率与0.5Lux下的正确反应率相比 $t=3.195$，$p<0.05$；0.5Lux和0.2Lux结果相比 $t=2.265$，$p<0.05$，相差均显著；在“二择一”中，1Lux和0.5Lux结果相比，$t=1.022$，$p>0.05$相差不显著，而0.5Lux和0.2Lux结果相比，$t=4.128$，$p<0.01$相差显著。

当照度为0.5Lux时，树鼩在“三择一”辨别实验中，连续3次反应正确者仅为被试总数的二分之一，其正确反应率降至机遇水平；当照度为0.2Lux时，树鼩无论在“三择一”或“二择一”辨别实验中，连续3次或5次反应正确者几乎缺如。此外，其行为表现呆滞，对外界刺激反应迟钝，如主试的威胁手势不能引起被试动物出现逃避反应或攻击性反应。在此照度下，树鼩的视力几乎丧失。

三、照度对懒猴和恒河猴的视觉辨别能力的影响：用威斯康辛试验装置在自然光照下训练动物辨别两个体积相同的三角体和正方体模型。懒猴平均经243次训练达到90%以上的正确率；恒河猴平均经252次训练达到90%以上的正确率。当动物辨别刺激模型的正确率达到规定标准后，便被置于亮照度和暗照度下测试其视觉辨别能力。由表二可见，懒猴和恒河猴在照度接近0Lux的环境中辨别三角体与正方体模型的正确反应率均保持在90%以上。但在亮照度下，它们的视觉行为有很大差异。当照度为100或150Lux时，4只懒猴中有2只因畏光而拒绝视物并停止活动。对刺激物有反应的另外2只懒猴

表 2 懒猴和恒河猴在不同照度下的视觉辨别力

照度Lux	懒 猴 正确反应率（%）	恒 河 猴 正确反应率（%）
1000		99
200	4只动物均对模型不反应	
150	99.3*	
100	92.8*	
50	97	
10	95.5	
1		96
0.5		97.35
0.2	98.3	97.3
0	99	97.5

* 4只动物中有2只对刺激模型不反应，此为2只动物的平均数

表 2 懒猴和恒河猴在不同照度下的视觉辨别能力
在视觉辨别实验中的正确反应率仍保持在90%以上，不过其反应潜伏期明显增加，而恒河猴即使在1000Lux的强光照下也能准确辨别三角体与正方体。

讨 论

Hassler（1966）指出，所有的灵长类动物，不管是昼行性的还是夜行性的都有发达的视觉系统、丘脑和皮层都有广泛联系的复杂的细胞层。本研究结果表明，生活习性不同的三种灵长类动物的视觉辨别力不同。在一定暗照度下，昼行性的树鼩的视力几乎丧失，而昼行性的恒河猴和夜行性的懒猴一样能辨别物体的形状；在亮照度下，树鼩、懒猴和恒河猴都能辨别物体的形状，不过懒猴有畏光现象。Ordy（1968）也报道过，在亮照度下，南美夜猴和婴猴仍具有一定的视力。

它们的视觉特点与其视网膜的形态结构特点是相一致的。形态学研究的结果指出：恒河猴的视网膜具有视杆和视锥两种光感受器（Napier等，1967），树鼩的视网膜主要为视锥细胞；懒猴的视网膜则以视杆细胞为主（Ordy，1968）。因此，恒河猴的视觉适应性为双重性；懒猴为暗光觉，但靠瞳孔的调节作用而具有一定的光适应性。当光照强度超过一定的限度时，便靠闭眼来保护其具有大量视杆细胞的视网膜不受损伤；树鼩仅具昼光觉，缺乏暗适应性，故树鼩在暗处对外界刺激不发生反应。利用这一特点，主试者可以随手捉树鼩或按需要控制其运动方向。

树鼩、懒猴和恒河猴的视觉特点与它们的昼夜节律和生活环境是相适应的。据Napier等(1967)报道，树鼩在自然界居住于树林里和山坡上的土洞穴内或竹筒中。这一

事实我们在野外也曾观察到。由此可知，圆洞是树鼩生活中所熟悉的事物，故树鼩未经训练就能分辨出适合自己进出的大圆洞。树鼩是行动敏捷、昼夜节律差异十分显著的昼行性动物（刘世熠等，1982），虽然树鼩在夜间是盲者，行动十分呆滞。但在野外，它夜间栖息于洞穴内，被夜行性大动物发现的可能性较小，这或许是树鼩虽缺暗光觉，但却能生存下来的原因之一。懒猴是行动缓慢的夜行性动物，白天栖息于暗处以藏其身，如树洞内或阔叶树上，但终因其在白昼的视力有限、行动不敏捷，遇害的可能性较大而逐渐濒于灭绝。恒河猴在白天活动，夜晚栖息于树枝或岩石上，不免会遇到危险，但由于其视觉的暗适应能力较好，因而能迅速辨别方位并靠其敏捷的行动得以逃生。

结果似乎表明，低等的原猴类动物——树鼩和懒猴的视觉器官是不完善的，较进化的恒河猴则具有完善的视觉器官。

参 考 文 献

刘世熠、张文运、王泽鑫、魏秀菊、李朝达 1982 树鼩24小时昼夜节律的探讨。动物学报28(4):399—407页。

Harlow, H. F. 1949 The formation of learning sets. *Psychol. Rev.* 56:51—65.

Hassler, R. 1966 Comparative anatomy of the central visual systems in day and night-active primates. In R. Hassler & H. Stephan (Eds.), *Evolution of the Forebrain*. George Thieme Verlag Stuttgart.

Napier, J. R. & P. H. Napier 1967 *A Handbook of Living Primates*. pp. 18—19, pp. 203—220, pp. 330—337. Academic press, London, New York.

Ordy, J.M. & T. Samorajski 1968 Visuala cuity and ERG-CFF in relation to the morphologic organization of the retina among diurnal and nocturnal primates. *Vision. Res.* 8:1205—1225.

THE VISUAL DISCRIMINATION UNDER DIFFERENT ILLUMINATION IN THE TREE SHREW (*TUPAIA BELANGERI CHINENSIS*), SLOW LORIS (*NYCTICEBUS COUCANG*) AND RHESUS MONKEY (*MACACA MULATTA*)

Cai jingxia Tian Yunfen
(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica)
Kuang Peizi Zhang Wutian
(Institute of Psycology, Academia Sinica)
Sun Gongduo Li Xumin Luo Zhongying Zhen Wanglin
(Department of Physiology, Guiyang Medical College)

The visual discrimination of three species of primate under different illumination was reported. Visual discrimination in ten adult tree shrews was tested with the discrimination-avoidance behaviour test apparatus under four different illuminations. Four adult slow lorises and four adult rhesus monkeys were tested with the Wisconsin general test appratus under five different illuminations. The experiments show that the tree shrews can discriminate the bigger circle from the smaller circle when the illumination is 1.0 Lux at least. When the illumination is 0.2 Lux they can not see anything. The slow lorises are able to discriminate the tetrahedron from the regular hexahedron when the illumination is under 50 Lux. If the illumination is above 100 Lux the slow lorises will shut their eyelid and stop movement. The rhesus monkeys are able to discriminate the tetrahedron from the regular hexahedron whether they are under light or dark illumination.

These results are conformable to their circadian rhythm. That is the diurnal tree shrews only move by day, the nocturnal slow lorises only move during the night, although the diurnal rhesus monkeys are in active on days, sometimes they have to move at night. The visual characters of the diurnal and nocturnal primates depend on the characters of the structure of their retina.